

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-011005

(43)Date of publication of application : 16.01.1996

(51)Int.Cl.

B23B 27/14
B23P 15/28
C23C 16/34

(21)Application number : 07-093762

(22)Date of filing : 19.04.1995

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(72)Inventor : MORIGUCHI HIDEKI
MURAKAMI DAISUKE
IKEGAYA AKIHIKO
NOMURA TOSHIO

(30)Priority

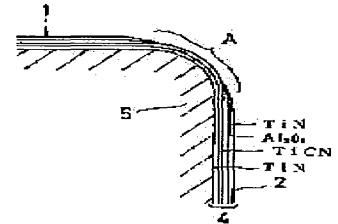
Priority number : 06 89758 Priority date : 27.04.1994 Priority country : JP

(54) COVERED HARD ALLOY TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the roughness of the surface to be machined by removing several layers counted from the upper layer side partly or wholly on the friction area on which the friction is generated with a work, and exposing the film other than the oxide on the surface of the part from which the layers are removed.

CONSTITUTION: The oxide film such as Al_2O_3 is locally or wholly removed from the side part A of a cutting blade where the friction stress is the largest. This removal reduces the seizure of the material to be cut with a covered film 4, greatly improves the peeling resistance of the covered film 4, and prevents the lapping to greatly improve the service life of a tool. The TiCN film where the molecular ratio of C:N is in the range of 5:5 to 7:3 is especially excellent not only in the seizing resistance but also the wear resistance of the film itself. The part where this film is exposed on the surface of the removed part shows the very excellent peeling resistance, and remarkably improves the service life of the tool.



(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

B23B 27/14

B23B 27/14

A

B23P 15/28

B23P 15/28

A

C23C 16/34

C23C 16/34

請求項の数7 (全11頁)

(21) 出願番号 特願平7-93762

(22) 出願日 平成7年4月19日(1995.4.19)

(65) 公開番号 特開平8-11005

(43) 公開日 平成8年1月16日(1996.1.16)

審査請求日 平成9年4月14日(1997.4.14)

(31) 優先権主張番号 特願平6-89758

(32) 優先日 平成6年4月27日(1994.4.27)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(73) 特許権者 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 森口 秀樹

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気

工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 村上 大介

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気

工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 池ヶ谷 明彦

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気

工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100074206

弁理士 鎌田 文二 (外2名)

審査官 石原 正博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆硬質合金工具

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 硬質合金から成る母材の表面に多層セラミック膜の被覆を有し、その被覆中には酸化物被膜が少なくとも一層含まれている被覆硬質合金工具において、前記被覆を構成するセラミック膜のうち、上層側から数えた何層かが被加工材との摩擦が生じる領域上で部分的に又は摩擦領域の全域にわたって除去され、その除去層の中に酸化物被膜が少なくとも一層含まれ、除去部の表面に酸化物以外の膜が露出していることを特徴とする被覆硬質合金工具。

【請求項2】 除去層中に含まれる酸化物被膜がA1₂O₃、又はA1₂O₃を主体とする被膜である請求項1記載の被覆硬質合金工具。

【請求項3】 前記被覆膜中に含まれる酸化物被膜の全てが指定域で除去されている請求項1又は2記載の被覆

2

硬質合金工具。

【請求項4】 前記除去部の表面に露出した膜が、窒化物又は炭窒化物を主体とする膜である請求項1、2又は3記載の被覆硬質合金工具。

【請求項5】 前記除去部の表面に露出した膜が、C：Nのモル比を5：5～7：3の範囲にしたTiCN膜である請求項1、2、3又は4記載の被覆硬質合金工具。

【請求項6】 前記除去部の表面に露出した非酸化物の膜中の残留応力が $-5 \sim 10 \text{ kgf/mm}^2$ である請求項1、2、3、4又は5記載の被覆硬質合金工具。

【請求項7】 前記除去部の表面に露出した非酸化物膜の面粗さRaの平均値が $0.05 \mu\text{m}$ 以下である請求項1、2、3、4、5又は6記載の被覆硬質合金工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、耐摩耗性の要求される切削工具やその他の耐摩工具として利用される被覆硬質合金工具、中でも多層セラミック膜の耐剥離性及び耐欠損性に優れた被覆硬質合金工具に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、鋼切削用の工具材質としては、超硬合金（WC-CO合金にTiやTa、Nbの炭窒化物を添加した合金）が用いられてきたが、近年は切削の高速化に伴い、超硬合金、サーメット、或いはアルミナ系や窒化珪素系のセラミックを母材としてその表面にCV
D法やPVD法で元素周期律表のIVa、Va、VIa族金属やAl等の炭化物、窒化物、炭窒化物、炭酸化物、ホウ窒化物、酸化物もしくはこれらの固溶体からなる膜を3~10μmの厚さに被覆した硬質合金工具の使用割合が増大している。コーティング工具の開発当初は逃げ面の耐摩耗性に優れた高硬度のチタン系化合物を被覆した工具が登場したが、切削条件が高速になるにつれて、す
くい面のクレータ摩耗を抑制するために、チタン系化合物の被覆の上に耐酸化性に優れたAl₂O₃をコーティングし、さらに外層に切削済み（使用済み）コーナの識別用に金色のTiNを被覆した工具が登場し、現在は、この膜構造を持った被覆硬質合金が大部分を占め、被覆膜中のAl₂O₃などの酸化物被膜は欠かせないものになっている。

【0003】このように、被覆の膜厚を厚くしたり、被覆の中にAl₂O₃膜を含めることによって、工具の耐摩耗性は確かに向上したが、耐欠損性は逆に低下する傾向にあった。これは、膜を厚くすることで脆性材料であるコーティング膜の厚みそのものが亀裂長さとなった
り、Al₂O₃膜をコーティングする事によって被覆膜の面粗さが低下する事が原因とされる。そこで、耐欠損性の改善のために、特開昭55-150941や特公平5-9201では切れ刃稜線部のみ被覆を薄膜化した
り、特開昭62-228305や特開平5-57507ではAl₂O₃膜の面粗さをおある規定値以下にする提案がなされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の公報に開示される技術では耐欠損性に関してはある程度の効果が得られるが、耐摩耗性、特に膜の耐剥離性に関しては十分な効果を上げるに至っておらず、膜の剥離が原因となった損傷が起こるため、工具寿命は短い。したがって、膜の耐剥離性を十分に考慮した被覆硬質合金工具の開発が望まれていた。

【0005】本発明は、かかる従来の事情に鑑み、耐欠損性と耐摩耗性、特に耐欠損性と膜の耐剥離性をバランスよく向上させ、それにより、金属材料の切削において優れた性能を示し、しかも長寿命を発揮する被覆硬質合金工具を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明者らは、金属材料の切削においてその切削メカニズムについて検討、研究した結果、硬質合金から成る母材の表面に多層セラミック膜の被覆を有し、その被覆膜中には酸化物被膜が少なくとも一層含まれている被覆硬質合金工具において、前記被覆を構成するセラミック膜のうち、上層側から数えた何層かが被加工材との摩擦が生じる領域上で部分的に又は摩擦領域の全域にわたって除去され、その除去層の中に酸化物被膜が少なくとも一層含まれ、除去部の表面に酸化物以外の膜が露出している構造となすことによって、膜の耐剥離性及び耐欠損性を大幅に、しかもバランス良く向上させることができることを見いだした。

【0007】酸化物被膜は摩擦領域例えば切れ刃稜線部においてはすべて除去することが最も好ましいが、その除去形態が局部的である場合、或いは、被覆膜中に酸化物の被膜が複数層存在する形態において、その数層の酸化物被膜の中の少なくとも一層が切れ刃稜線部で局部的に、若しくは稜線部の全域にわたって除去されている場合にも発明の効果が得られる。

【0008】ここで言う切れ刃稜線部とは、刃先の強化処理を施した領域であり、例えば図1（b）、図1（c）のA部である。両図とも1はすくい面、2は逃げ面を示す。また、図1（b）は丸ホーニングによる強化処理を図1（c）はチャンプフによる強化処理を表わしているが、図1（c）の平面の面取りを緩やかな円弧の面に代えたような強化処理を施した稜線部も考えられる。

【0009】酸化物被膜の除去は、切削に関与する切れ刃長さの10%以上の領域で除去されていると効果があるが、その除去率が50%以上、より好ましくは100%の場合、特に効果が著しい。ここで言う除去率は、走査電子顕微鏡で適当な角度から工具刃先を観察して酸化物の存在状態を確認できる写真撮影を行い、その写真上で切れ刃稜線部に切れ刃に平行な任意の線を引き、その線上でノーズR部3（図1a参照）を含む切削に関与する切れ刃長さの何割の部分に酸化物の消滅が起こっているかをパーセンテージで表わした。

【0010】図4は、この定義を図解したものである。ここでは被覆膜が母材側からTiCN膜/Al₂O₃膜/TiN膜の3層構造である場合を例に挙げている。同図（a）のαの範囲が切れ刃の切削に関与する長さを表わしている。同図（b）、（c）はその部分の上層膜除去処理後のSEM組成像である。同図（d）は（b）図のX-Y断面図、同図（e）は（c）図のX-Y断面である。この組成像ではTiN、Al₂O₃、TiCNがそれぞれ異なった色調に見える。そこで、図4（b）、（c）にそれぞれ切れ刃と平行な線Cを加え、この線上でAl₂O₃又はTiCNが露出している部分を見る。

図4（b）では、線C上にはAl₂O₃が全く存在せ

ず、従って、 Al_2O_3 の除去率は100%である。一方、図4(c)の場合、切れ刃稜線部Aの中にTiN、 Al_2O_3 、TiCNが点在して露出している。除去処理の状況によってはこのような状態が生じるので、この場合には、線C上で下層のTiCNが表面に現われている(つまり Al_2O_3 が除去されている)長さ $a_1 \sim a_n$ を加算し、 $(a_1 + a_2 + \dots + a_n) / \text{切れ刃長さ}$ の式により除去率を求める。

【0011】被覆層中に含まれる酸化物被膜は、その膜が数層ある場合には必ずしも全てを除去する必要はない。しかし、 Al_2O_3 は酸化物の中でも特に耐焼き付き性が悪いので、この Al_2O_3 膜や Al_2O_3 を主体とする膜は切れ刃稜線部に全く存在しないようにしておくのがよい。 Al_2O_3 を主体とする膜とは、 Al_2O_3 と ZrO_2 、 Al_2O_3 とTiC、 Al_2O_3 とAlNなどの複合膜で Al_2O_3 が主となっている膜のことである。

【0012】このほか、このようにして上側から何層かの膜を除去した部分には当然に下層の膜が露出するが、その露出膜が窒化物や炭窒化物を主体とする膜、中でもC:Nのモル比が5:5~7:3の範囲にあるTiCN膜であると特に好ましい。

【0013】また、前記除去部の表面に露出した非酸化物の膜中の残留応力が $-5 \sim -10 \text{ kgf/mm}^2$ であることに好ましい。さらに、その露出非酸化物膜の面粗さRaの平均値が $0.05 \mu\text{m}$ 以下であることも非常に好ましい。

【0014】

【作用】金属材料の切削、特に鋼の切削ではすくい面の最高温度は1000℃以上の高温になることもあり、耐酸化性に優れた酸化物を被覆することが必要である。このため、 Al_2O_3 を代表とする酸化物系膜のコーティングが市販工具に適用されている。このような工具についてその損傷状況を詳細に観察した結果、摩耗量は非常に小さいのに、使用済みチップとして処分されている事例が多いことに気づいた。それらのチップの刃先を走査電子顕微鏡で観察したところ、切れ刃稜線部において微細なチップングが発生し、その部分では超硬母材が露出していることが判明した。つまり、そのようなチップを摩耗量が小さいからといって継続して使用すると、超硬母材が露出しているために溶着が生じたり、急激に摩耗や欠損が進行したりして、生産ラインでトラブルが発生することから、そのような小さい摩耗量でも工具は寿命と判断されていたものと推定される。従って、そのような膜のチップング現象が抑制できれば工具寿命を延ばせると考え、その膜の損傷メカニズムについて調査した。その結果、切れ刃稜線部の切削温度はすくい面ほど高温でないため、温度的に凝着摩耗が発生しやすい環境になっている上、すくい面上で発生する摩擦応力は切れ刃稜線部で最大となるため、切り屑がまず最初に切れ刃稜線

部に凝着した後、摩擦応力が被覆膜を引きはがす剪断応力となって作用し、被覆膜の微小チップングが生じるとの結論を得た。従って、切れ刃稜線部で凝着しにくい膜構造もしくは膜質が見いだせれば、使用済みチップの損傷部に見られた微小チップング、つまり膜の剥離を抑えることができるのではないかと考えたのである。

【0015】そこで、本発明者らは、凝着摩耗を抑制する方法を種々検討して本発明を見いだすに至った。つまり、凝着の発生には、面粗さで表わされる物理的な凹凸が関係している。この観点から特開昭62-228305や特開平5-57507では Al_2O_3 の面粗さを後処理により向上させ、膜の剥離や強度劣化、溶着を防止したとしている。しかしながら、凝着や溶着には面粗さのほかに、焼き付きのような化学的な現象も関係している。このことに着目し、酸化物セラミックの耐焼き付き性を、窒化物や炭化物と比較したところ、酸化物が最も悪かった。 Al_2O_3 のような酸化物の面粗さを向上させて摩擦係数を低下させても耐焼き付き性が悪いので、従来技術では、膜の耐剥離性は依然として低かった訳である。そこで、本発明者らは、 Al_2O_3 などの酸化物被膜を摩擦応力が最も大きくなる切れ刃稜線部から局部的に若しくはすべて除去することを試みた。そして、この構造によれば被削材と被覆膜の焼き付きが減少し、被覆膜の耐剥離性が大幅に向上してチップングが防止され、工具寿命が大巾に延長されることを確認した。

【0016】なお、窒化物や炭窒化物は金属との耐焼き付き性に優れているので被覆除去部の表面にこれ等の膜が現われている場合には耐剥離性の改善効果が高い。中でも、C:Nのモル比が5:5~7:3の範囲のTiCN膜は耐焼き付き性だけではなく、膜そのものの耐摩耗性も特に優れているため、この膜を除去部の表面に露出させるものは非常に優れた耐剥離性を示し、工具寿命を著しく延長できる。このような組成比のTiCN膜は通常のHT(HIGH TEMPERATURE)-CVD法でも作成できるが、有機CN化合物を反応ガスとするCVD法の方がより安定してこの組成比の膜を形成できる。

【0017】なお、C:Nのモル比はESCA(ELECTRON SPECTROSCOPY FOR CHEMICAL ANALYSIS)やEPMA(ELECTRON PROBE MICRO ANALYZER)による分析、もしくはX線分析でTiCN膜の格子定数を求めることによって測定できる。発明者らがX線分析で求めた結果では、C:Nのモル比が5:5~7:3の範囲にあるTiCN膜の格子定数は $4.275 \sim 4.295$ オングストロームの範囲にあり、このときに、特に優れた耐焼き付き性、耐摩耗性を示した。この結果は、化学量論組成のTiCNで考えると、ずれを含むが、TiCN膜が非化学量論組成たとえば、Ti(CN)_xのような組成をもつことがあるため、このようなずれが生じたものと思われた。

【0018】このほか、除去部の表面に露出した非酸化

物の膜中の残留応力が $-5 \sim 10 \text{ kgf/mm}^2$ の範囲にあるのが好ましいとしたのは膜の耐剥離性が更に向上するからである。これは実験により確認したもので、その残留応力が -5 kgf/mm^2 より小さいと膜が圧縮破壊する恐れがあり、また、 10 kgf/mm^2 より大きい場合には耐剥離性の向上効果が小さかった。

【0019】また、この除去部の表面に露出した非酸化物膜の面粗さ R_a の平均値が $0.05 \mu\text{m}$ 以下の場合、一部の酸化物被膜が切れ刃稜線部に残存し、 R_{max} が大きくても膜の耐剥離性がより優れていたが、 R_a が $0.05 \mu\text{m}$ より大きいものは耐剥離性の向上効果が小さかった。

【0020】次に、逃げ面では、切削温度がすくい面ほど高温にならないため、酸化物の膜は耐摩耗性向上には寄与せず、むしろ剥離発生時に塊状となって逃げ面を擦過し、耐摩耗性を低下させるので、耐摩耗性の観点からは逃げ面側の被覆除去幅をすくい面側のそれよりも大きくするのがよい。一方、耐欠損性の観点からは逆にすくい面側の除去幅を逃げ面側よりも大としたり、ノーズR部での除去幅を切れ刃直線部での除去幅よりも大とするのがよく、その除去幅は性能面で何を重視するかによって変える。

【0021】なお、本発明における切れ刃稜線部の被覆薄肉化は、公知のCVD法やPVD法で硬質合金上に被覆処理を行った後、バレル研磨、ショットブラスト、ショットピーニング、弾性砥石、砥粒を有する樹脂製のブラシ、ローラ仕上げ、パニッシュ仕上げ、化学薬品による処理、超音波振動法、レーザ加工などの方法で達成すればよい。

【0022】また、酸化物被膜が切れ刃稜線上で存在しているか否かは、工具の切れ刃稜線部をA-SEM (ANALYTICAL SCANNING MICROSCOPE) を用いてのWDS (WAVELENGTH DISPERSIVE SPECTROSCOPY) やEDS (ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY) 分析、合金の任意断面の研磨ラッピング後に光学顕微鏡、SEM、EPMAなどでエッチング後観察する等の方法で確認できる。

【0023】次に、膜中の残留応力は、X線により $\sin^2 \psi$ 法により求めることができる。また、膜の面粗さ R_a の平均値は、酸化物被膜が図4(c)のように残存している場合、接触式面粗さ計では測定が難しいため、凹凸SEMにより、電子線を用いて面粗さ R_a を計測した。ここで云う面粗さ R_a の平均値とは、測定視野の水平方向ライン180本の面粗さ R_a の平均値である。

【0024】図4(c)のような状態では、残存したA

1: O_2 膜を含めて面粗さを測定するとその面粗さが非常に悪く、 R_{max} は除去された酸化物の膜厚よりも大きくなる。本発明では、このような残存酸化物を含めた面粗さではなく、除去部に露出した非酸化物膜の面粗さをある規定値以下 (好ましくは $0.05 \mu\text{m}$ 以下) とすることにより膜の耐剥離性が向上することを見い出した。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例について詳細に述べる。

【0026】—実験例1—

型番CNMG433の形状の表1に示すイ〜への各種硬質合金と表2に示すHT (HIGH TEMPERATURE) -CVD法で作成した各種硬質被覆膜の組み合わせからなる表3に示すサンプルNo.1〜13の被覆硬質合金工具 (チップ) を準備した。そして、サンプルNo.1のチップを振動バレル機を用いて切れ刃稜線部の被覆膜の除去処理を行い、その処理時間を変化させることで、表4に示す切れ刃稜線部での酸化物膜の除去割合の異なった比較品1と本発明品1〜6の工具を得た。なお、A1: O_2 が除去された後の切れ刃稜線部にはTiCNが露出していることがA-SEMによる観察により確認できた。図2は、本発明品の刃先部断面の一例であり、5は母材を、4は多層セラミックの被覆膜を示している。切れ刃稜線部での酸化物膜の除去割合はA-SEMを用いて測定した。次に、ここで得た比較品1、本発明品1〜6の工具を用いて図3に示すSCM415製被削材 (外周に4つの溝があり断続切削になる丸棒材) を下記条件で切削し、各工具の寿命を比較した。

【0027】

切削条件 切削速度 : 200 m/min
送り : 0.3 mm/rev
切込み : 1.5 mm
切削形態 : 湿式

使用ホルダ : PC-LNR2525-43

なお、寿命の判定はSEMの反射電子像観察にて行い、母材が露出した時点を寿命時間とした。その結果、表4に示したように、処理を何も行わなかった比較品1に比べて、発明品1〜6は優れた耐剥離性を示し、特に50%以上の酸化物が除去された4〜6、中でも酸化物を切れ刃稜線部から100%除去した6の工具は比較品1に対して、6倍もの耐剥離性を示した。

【0028】

【表1】

母材記号	母 材
イ	ISO M20超硬合金
ロ	ISO K20超硬合金
ハ	市販サーメット工具
ニ	市販窒化珪素工具
ホ	市販ウイスキー強化セラミック工具
ヘ	市販Al ₂ O ₃ 系工具

【0029】

【表2】

膜質記号	膜 質
A	母材／0.5μmTiN／5μmTiCN／2μmAl ₂ O ₃ ／0.5μmTiN
B	母材／2μmTiC／1μmTiCN／3μmTiN／1μmTiC／ 1μmTiCO／2μmAl ₂ O ₃
C	母材／7μmTiCN／1μmHfO ₂ ／2μmAl ₂ O ₃
D	母材／3μmTiN／1μmAl ₂ O ₃ ／0.5μmTiN
E	母材／15μmTiC／10μmAl ₂ O ₃
F	母材／5.5μmTiC／1μmZrO ₂ ／0.5μmTiBN／1μmAl ₂ O ₃
G	母材／0.5μmTiN／5μmTiCN／2μmZrO ₂ ／0.5μmTiN
H	母材／1μmTiN／2μmTiCN／15μmAl ₂ O ₃ ／15μmTiCN／ 2μmAl ₂ O ₃ ／0.5μmTiN

【0030】

【表3】

サンプルNo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
母 材	イ	イ	イ	イ	イ	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	イ	イ
膜 質	A	B	C	E	F	G	B	D	D	D	D	A	H

【0031】

【表4】

種 別	処理前サンプルNo	除去率 (%)	可能切削時間 (秒)
比較品1	1	0	40
発明品1	1	10	50
発明品2	1	23	80
発明品3	1	39	100
発明品4	1	54	150
発明品5	1	76	180
発明品6	1	100	240

【0032】—実験例2—

表3のサンプルNo1と6のチップの切れ刃稜線部から100%酸化物を除去した発明品6、7を切れ刃稜線部での膜構造および膜厚、刃先処理量がほぼ同じになるよ

うにダイヤモンドブラシを用いて作成し、実験例1と同じ切削試験に供した。その結果、表5に示したように、処理後の耐剥離性は、両者ともに同じ性能を示したが、未処理品の耐剥離性は、比較品1の方が比較品2よりも悪く、

処理による耐剥離性の向上効果は Al_2O_3 を除去した発明品 6 の方が ZrO_2 を除去した発明品 7 よりも大きく、 Al_2O_3 を除去した効果は ZrO_2 を除去した効

果よりも大きいことがわかる。

【 0 0 3 3 】

【表 5】

種 別	処理前サンプル No	除去率 (%)	切削可能時間 (秒)
比較品 1	1	0	40
発明品 6	1	100	240
比較品 2	6	0	70
発明品 7	6	100	240

【 0 0 3 4 】 — 実験例 3 —

表 3 のサンプル No 5 のチップの切れ刃稜線部から、 Al_2O_3 を除去した発明品 8 と Al_2O_3 および ZrO_2 の両方の酸化物を除去した発明品 9 をガラスビーズによるショットブラストにより作成し、実験例 1 と同じ切削試験にサンプル No 5 の未処理チップである比較品 3 とともに供した。その結果、表 6 に示したように、処理後の耐剥離性は、切れ刃稜線部ですべての酸化物被膜を除去した発明品 9 の方が Al_2O_3 のみを除去し、 ZrO_2

が切れ刃稜線部に残っている発明品 8 よりも優れた性能を示した。

【 0 0 3 5 】 また、発明品 6 と 9 の比較より、上層の膜が消失した切れ刃稜線部において、窒化物もしくは炭窒化物を主体とする膜のみが存在する発明品 6 は、除去処理後の切れ刃稜線部に炭化物を主体とする膜のみが存在する発明品 9 よりも耐剥離性に優れていた。

【 0 0 3 6 】

【表 6】

種 別	処理前サンプル No	切削可能時間 (秒)	切れ刃稜線部における酸化物の除去状態
比較品 3	5	30	処理なし
発明品 8	5	100	Al_2O_3 のみ 100%除去
発明品 9	5	170	Al_2O_3 、 ZrO_2 の両方を 100%除去

【 0 0 3 7 】 — 実験例 4 —

表 3 のサンプル No 2 ~ 4 および No 7、8 のチップの切れ刃稜線部から酸化物を除去するため、弾性砥石をチップすくい面上方から押しつけるようにして使用し、切れ刃稜線部からすべての酸化物膜を除去して発明品 10 ~ 14 を得た。それらのチップを用いて、SKD 6 2 製金型を下記の条件で切削した。

【 0 0 3 8 】

切削条件 切削速度 : 100 m/min

送り : 0.2 mm/rev

切込み : 2 mm

切削形態及び使用ホルダは実験例 1 に同じ。

【 0 0 3 9 】 寿命基準は母材が露出するまでの切削時間 40

とした。その結果を表 7 に示す。発明品 10 と 11 ではともに切れ刃稜線部に酸化物が存在しない構造となっている上に、切れ刃稜線部での膜厚がほぼ同じとなっているにもかかわらず、発明品 11 の方が優れた耐剥離性を示した。この結果は、発明品 10 には切れ刃稜線部に炭化物、窒化物、炭窒化物の膜が存在しているのに対し、発明品 11 では炭窒化物のみが存在しているため、特に優れた耐剥離性を示した。また、表 7 より、ISO K 20 超硬合金、サーメット母材においても、本発明品は未処理品に対して、優れた耐剥離性を示すことがわかる。

【 0 0 4 0 】

【表 7】

種 別	処理前 サンプルN. o	切削可能時間 (秒)	未処理品に対する 性能比
発明品10	2	3 0 0	4. 5 倍
発明品11	3	4 2 0	7 倍
発明品12	4	1 8 0	9 倍
発明品13	7	2 4 0	4 倍
発明品14	8	1 8 0	3 倍

【 0 0 4 1 】－実験例 5－

表 3 のサンプル N. o 9 ～ 1 1 のチップの切れ刃稜線部から酸化物を除去するため、遠心パレルを用いて、切れ刃稜線部からすべての酸化物膜を除去した発明品 1 5 ～ 1 7 を作成した。それらのチップを用いて、ダクタイル鋳鉄 F C D 3 0 を下記の条件で切削した。

【 0 0 4 2 】

切削条件 切削速度 : 3 0 0 m / m i n

送り : 0. 4 m m / r e v

切込み : 2 m m

切削形態 : 乾式

使用ホルダ寿命基準は他の実験例と同じ。

【 0 0 4 3 】その結果を表 8 に示す。同表より、各種のセラミック母材についても、本発明品は未処理品に比して、優れた耐剥離性を示すことがわかる。

【 0 0 4 4 】

【表 8】

種 別	処理前 サンプルN. o	切削可能時間 (秒)	未処理品に対する 性能比
発明品15	9	3 2 0	6. 4 倍
発明品16	1 0	2 4 0	6 倍
発明品17	1 1	2 2 0	5. 5 倍

【 0 0 4 5 】－実験例 6－

表 3 のサンプル 1 と同じ母材および同じ膜構造で、有機 C N 化合物を反応ガスとする C V D 法で T i C N 膜を作成した点のみがサンプル 1 と異なるサンプル N. o 1 2 のチップを作成した。サンプル 1 と 1 2 の T i C N 膜の C : N モル比を E S C A で測定したところ、サンプル 1 の C : N 比は 8 : 2、サンプル 1 2 は 6 : 4 であった。

実験例 1 と同じ方法で切れ刃稜線部における A l₂ O₃ の除去率の異なった発明品 1 8 ～ 2 0 を作成し、実験例 1 と同じ切削テストを行った。なお、A l₂ O₃ が除去された後の切れ刃稜線部には局部的もしくはすべての部分に T i C N が露出していることが A - S E M による観察により確認できた。その結果を表 9 に示す。比較品 1、サンプル 1 2 のチップを未処理のまま使用した比較品 4、発明品 1 ～ 6 及び 1 8 ～ 2 0 を比較したところ、上層膜の除去により切れ刃稜線部上の一部もしくはすべての部分に、C : N のモル比が 5 : 5 ～ 7 : 3 の範囲にある T i C N 膜が露出しているチップは、特に優れた耐剥離性を有していることがわかった。

【 0 0 4 6 】

【表 9】

種 別	処理前サンプルN. o	除去率 (%)	切削可能時間 (秒)
比較品 1	1	0	4 0
発明品 6	1	1 0 0	2 4 0
比較品 4	1 2	0	4 0
発明品18	1 2	3 1	1 3 0
発明品19	1 2	7 5	2 3 0
発明品20	1 2	1 0 0	3 4 0

【 0 0 4 7 】－実験例 7－

実験例 1 で作成した試料 N. o 1 (比較品 1)、発明品 1 ～ 6 を用いて、図 3 に示す S C M 4 3 5 の 4 溝のついた

丸棒材を下記の条件で切削した。

【 0 0 4 8 】

切削条件 切削速度 : 1 0 0 m / m i n

送り : 0. 4 mm / rev

切込み : 2 mm

切削形態 : 乾式

使用ホルダは他の実験例と同じ。

【 0 0 4 9 】 寿命判定基準は欠損の発生とし、チップの 4 コーナの平均寿命を切削可能時間とした。その結果を

表 1 0 に示す。これより、本発明品は被覆未処理の比較品と違って、優れた耐欠損性を有していることがわかる。

【 0 0 5 0 】

【 表 1 0 】

種 別	処理前サンプルNo	切削可能時間 (秒)
比較品 1	1	2
発明品 1	1	1 3
発明品 2	1	2 4
発明品 3	1	3 1
発明品 4	1	6 7
発明品 5	1	8 2
発明品 6	1	9 3

【 0 0 5 1 】 - 実施例 8 -

表 3 のサンプル No. 1 3 のチップの切れ刃稜線部から、外層の Al₂O₃ を除去した発明品 2 1 を振動バレル機を用いて作成し、実験例 1 と同じ切削試験に供した。その結果、表 1 1 に示したように、発明品 2 1 は外層の Al₂O₃ を除去しただけであるにもかかわらず比較品 5 に比べて優れた耐剥離性を示した。

20

【 0 0 5 2 】

【 表 1 1 】

種 別	処理前サンプルNo	除去率 (%)	切削可能時間 (秒)
比較品 5	1 3	0	2 9
発明品 21	1 3	1 0 0	3 2 8

* 比較品 5 はサンプル No. 1 3 の未処理品

【 0 0 5 3 】 - 実験例 9 -

実験例 1 で作成した表 3 のサンプル No. 2 のチップの切れ刃稜線部から、酸化物膜を 1 0 0 % 除去したチップ (発明品 2 2 ~ 2 5) を準備した。発明品 2 2 は除去をブラスト処理で行ったもの、発明品 2 3 はその除去を遠心バレル処理で、発明品 2 4 は振動バレル処理で、発明品 2 5 は回転バレル処理で各々行ったものである。

【 0 0 5 4 】 この発明品 2 2 ~ 2 5 の各チップについて、切れ刃稜線部での露出非酸化物膜中の残留応力を X 線 (Cr-K α) を用いて TiC (4 2 2) 面にて $\sin^2 \psi$ 法により測定したところ、表 1 2 に示す結果が得られた。n² ϕ 法により測定したところ、表 1 2 に示す結果が得られた。【 0 0 5 5 】 また、これ等の試料で実験例 1 と同じ切削試験を行ったところ、表 1 2 から判るように、膜中の残留応力が - 5 ~ 1 0 kgf/mm² の範囲にある発明品 2 3、2 4 の方が範囲外の発明品 2 2、2 5 よりも耐久性に関して優れた性能を示した。

【 0 0 5 6 】

【 表 1 2 】

種 別	処理前サンプルNo	残留応力 (kgf/mm ²)	切削可能時間 (秒)
比較品 6	2	3 0	3 0
発明品 22	2	- 7	1 4 0
発明品 23	2	0	2 7 0
発明品 24	2	8	2 3 0
発明品 25	2	1 5	1 7 0

* 比較品 6 はサンプル No. 2 の未処理品

【 0 0 5 7 】—実験例 1 0—

実験例 1 で用いた表 3 のサンプル N o . 1 のチップを、平均粒径が約 $200\mu\text{m}$ の鋼球ブラスト処理により切れ刃稜線部から約 5 0 % の率で Al_2O_3 を除去した発明品 2 6 と、同じサンプルを回転バレルを用い、処理時間を変化させてバニッシングコンパウンドで研磨した発明品 2 7、2 8、2 9 を作成した。そして、これ等のチップの切れ刃稜線部に露出した TiCN 膜の面粗さ R_a の平均値をエリオニクス (株) 製の ERA4000 にて 5 0 0 0 倍に拡大して測定した。その結果を表 1 3 に示す。 10

種 別	処理前 サンプル N o .	Al_2O_3 除去率 (%)	面粗さ R_a の 平均値 (μm)	切削可能時間 (秒)
比較品 1	1	0	0.063	40
発明品 26	1	50	0.055	130
発明品 27	1	55	0.046	190
発明品 28	1	60	0.039	230
発明品 29	1	100	0.031	300

【 0 0 6 0 】以上、いくつかの実験例を挙げて、本発明の効果を説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【 0 0 6 1 】例えば、フライス切削用工具、ドリルやエンドミルのような転削工具は勿論、パンチやダイス、スリットのような切削用途以外の耐摩工具などでもその効果は大きい。即ち、パンチ、スリットは切削工具の切れ刃稜線部に相当するエッジを有しており、一方、ダイスはそのようなエッジは無いが、被加工材が擦過する面を広く有しているため、耐溶着性の悪い酸化膜を除去する本発明によれば、この種の工具においても優れた効果が期待できる。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の被覆硬質合金工具は、耐摩耗性向上のための多層セラミック膜中に含まれる酸化物被膜、中でも Al_2O_3 を被加工材との摩擦が起こる部分で除去してその膜が露出表面に現れない構成とし、溶着に端を発する被膜の剥離、刃先等のチッピングを減少させたので、工具の寿命が大きく延

び、加工面粗度も良くなるなど、産業上多大の効果を期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 (a) : 切削工具 (チップ) の一部を示す斜視図

(b) : (a) 図の X-Y 断面を拡大して示す図

(c) : (a) 図の X-Y 断面の他の例を拡大して示す図

【図 2】実施例のチップの断面の一例を拡大して示す図

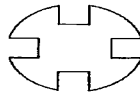
【図 3】切削試験に用いた被削材の断面形状を表す図

【図 4】酸化物被膜の除去率についての解説図

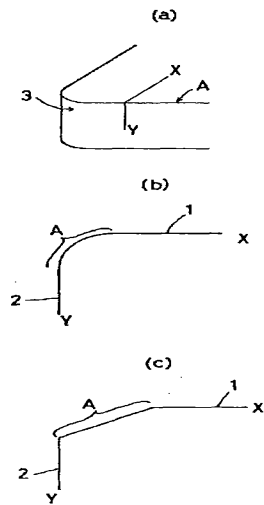
【符号の説明】

- 1 すくい面
- 2 逃げ面
- 3 ノーズ R 部
- 4 多層セラミック被覆膜
- 5 母材
- A 切れ刃稜線部

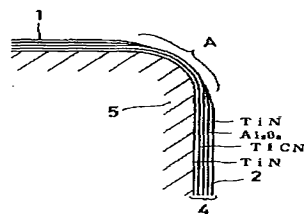
【図 3】



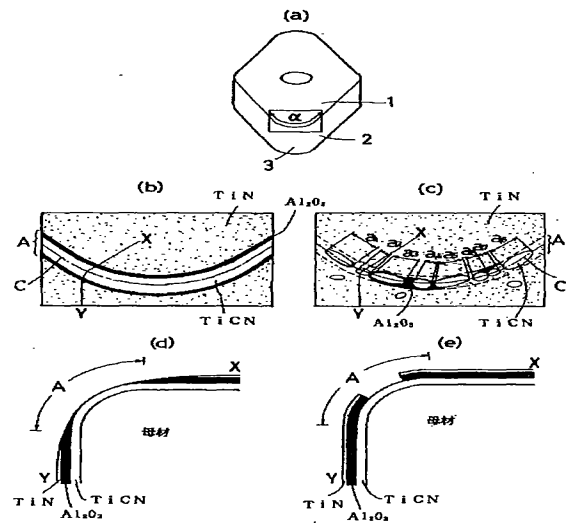
【図 1】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 野村 俊雄
伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気
工業株式会社伊丹製作所内

(56) 参考文献 特開 平 5-8104 (J P, A)
特開 平 4-331006 (J P, A)
特開 平 5-177412 (J P, A)

(58) 調査した分野 (Int. Cl.⁷, D B 名)

B23B 27/14

B23P 15/28

C23C 16/34